

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
21 décembre 2000 (21.12.2000)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
WO 00/76677 A1

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup>: B05D 1/24,  
B05C 19/02

(21) Numéro de la demande internationale:  
PCT/FR00/01580

(22) Date de dépôt international: 8 juin 2000 (08.06.2000)

(25) Langue de dépôt: français

(26) Langue de publication: français

(30) Données relatives à la priorité:  
99/07557 15 juin 1999 (15.06.1999) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US): ATO-  
FINA [FR/FR]; 4/8, cours Michelet, F-92800 Puteaux  
(FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement): BRU, Ariel  
[FR/NL]; Rapenburg 99, NL-1011 TW Amsterdam (NL).  
INCULET, Don [CA/CA]; University of Western Ontario,  
Department of Electrical Engineering, London, Ontario N6  
A5 B9 (CA). TEDOLDI, Arnaud [FR/FR]; 3, lotissement  
les Hêtres, F-76430 Etainhus (FR).

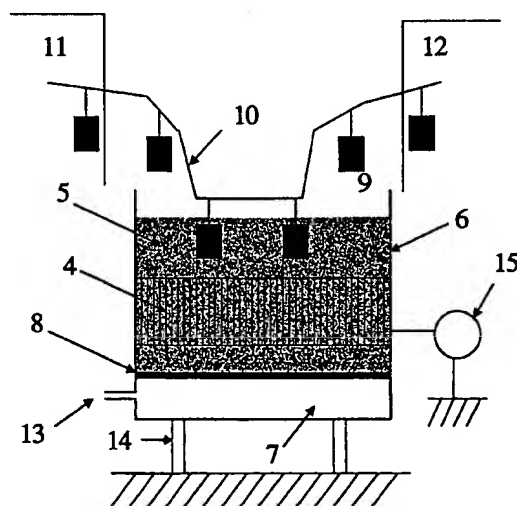
(74) Mandataire: NEEL, Henry; Atofina, Département  
Propriété Industrielle, Cours Michelet, La Défense 10,  
F-92091 Paris La Défense Cedex (FR).

(81) États désignés (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ,  
BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK,  
DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID,  
IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,  
LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL,  
PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ,  
UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD FOR COVERING AN OBJECT WITH A FILM AND EQUIPMENT IMPLEMENTING SAID METHOD

(54) Titre: PROCEDE DE RECOUVREMENT D'UN OBJET PAR UN FILM ET APPAREILLAGE POUR LA MISE EN  
OEUVRE DE CE PROCEDE



(57) Abstract: The invention concerns a method for covering an object with a film obtained by melting a thin layer of powder, which consists in: (a) providing an electrostatic fluidised bed of powder in a vat, said powder being essentially charged with a triboelectric charging device, other than the vat walls, located in the vat and/or outside the vat; (b) soaking in the vat the object connected to a zero potential or sufficient for covering it with powder; (c) then placing the powder coated object in an oven at a sufficient temperature until the coating film is obtained by the melting of the powder. The triboelectric charging device is for example a honey comb weave vertically arranged at the bottom of the vat.

[Suite sur la page suivante]

WO 00/76677 A1



(84) États désignés (régional): brevet ARIPO (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

**Publiée:**

— Avec rapport de recherche internationale.

(57) Abrégé: La présente invention est un procédé de recouvrement d'un objet par un film provenant de la fusion d'une mince couche de poudre dans lequel: (a) on dispose d'un lit de poudre fluidisée électrostatique dans une cuve, cette poudre étant chargée essentiellement par un dispositif tribochargeur, autre que les parois de la cuve, situé dans la cuve et/ou à l'extérieur de la cuve, (b) on trempe dans la cuve l'objet relié à un potentiel zéro ou suffisant pour le recouvrir de poudre, (c) on place ensuite l'objet recouvert de la poudre dans un four à une température suffisante jusqu'à obtenir le film de revêtement par fusion de la poudre. Le dispositif tribochargeur est par exemple un nid d'abeille disposé verticalement dans le fond de la cuve.

## PROCÉDÉ DE RECOUVREMENT D'UN OBJET PAR UN FILM ET APPAREILLAGE POUR LA MISE EN OEUVRE DE CE PROCÉDÉ

5

La présente invention concerne un procédé de recouvrement d'un objet par un film provenant de la fusion d'une mince couche de poudre préalablement déposée sur l'objet et l'appareillage pour la mise en œuvre de ce  
10 procédé. Il s'agit plus particulièrement de recouvrir toutes sortes d'objets à l'aide de poudre dans un lit fluidisé. A l'intérieur du lit fluidisé se trouve de la poudre dont on veut recouvrir l'objet. Cette poudre est sous la forme de particules solides de faible taille, par exemple entre 0.01 et 1 mm, de forme  
quelconque, qui sont en état de fluidisation à l'intérieur du lit en présence d'air  
15 ou de tout autre gaz.

Il existe actuellement à l'échelle industrielle plusieurs procédés de recouvrement.

Le premier est le poudrage électrostatique, il consiste à charger la poudre d'électricité statique et à la mettre en contact avec l'objet à recouvrir  
20 relié à un potentiel zéro. Par exemple la poudre maintenue à l'état fluidisé est injectée dans un pistolet électrostatique qui va charger la dite poudre par effet Corona, par triboélectrification ou par combinaison des deux. La poudre ainsi chargée est projetée sur l'objet à recouvrir relié à un potentiel zéro. Le recouvrement va se faire selon les lignes de champ électrique. A cause de  
25 cela, on va mal recouvrir les zones présentant des cages de Faraday, comme les intersections ou les parties creuses. En outre, beaucoup de poudre ne se dépose pas sur l'objet et doit donc être recyclée. L'objet recouvert de poudre est ensuite placé dans un four à une température suffisante pour assurer un revêtement par fusion de la poudre provoquant la filmification. Par exemple  
30 pour une poudre de polyamide 12 il suffit de chauffer à 200°C.

Le deuxième consiste à préchauffer l'objet à recouvrir à une température supérieure à la température de fusion de la poudre. Une fois chaud, l'objet est immédiatement immergé dans un lit fluidisé, la poudre fond au contact de

l'objet chaud et filmifie. Un recouvrement solide est ainsi assuré. Dans ce procédé, on trempe un objet chaud dans un lit fluidisé froid et pour lutter contre la déperdition calorifique on a besoin d'un four à une température plus haute que celle nécessaire à la filmification, ce qui entraîne une consommation  
5 énergétique accrue. On garde cependant toute la poudre dans le lit et le recouvrement n'est pas affecté par les régions présentant un effet Faraday. L'épaisseur dépend de la forme de l'objet et peut ne pas être totalement uniforme. La présente invention concerne le poudrage électrostatique.

10 [l'art antérieur]

Il existe des lits fluidisés électrostatiques classiques tels que décrits par exemple dans le brevet US 4.381.728 dans lesquels sont disposées des électrodes portées à de très hauts potentiels. Dans de tels lits fluidisés  
15 électrostatiques, les particules sont chargées par effet couronne qui consiste à ioniser l'air au voisinage d'une pointe et donc à charger électriquement les particules dans cette zone. L'objet à revêtir est immergé dans le lit fluidisé. De bons recouvrements sont obtenus dans de tels lits mais ils présentent un certain danger dû à la présence d'électrodes portées à potentiel élevé qui  
20 peuvent donner naissance à des arcs électriques avec l'objet à recouvrir.

Pour éviter tout arc électrique entre l'électrode et l'objet à revêtir, il est possible de placer cette électrode sous une dalle poreuse telle que décrite dans le brevet GB 1.487.195 .

Un inconvénient de ces systèmes classiques de lit fluidisé  
25 électrostatique à charge couronne réside dans le fait que le dépôt de poudre n'est pas homogène. En particulier, les parties concaves d'une pièce sont difficilement accessibles. Dans le brevet US 4.689.241 sont décrites des limitations telles que les manques d'épaisseur dans les cages de Faraday formées par l'objet à recouvrir. Enfin, une différence d'épaisseur du dépôt de  
30 poudre est observée entre les parties les plus distantes de l'électrode de charge. D'autres descriptions de lits fluidisés électrostatiques classiques à effet couronne existent dans " Electrostatic fluidised bed, theory, design,

application", American Paint Journal 1972, 57 (11) 53-5, 66, 68, 70-2 et dans "ANTEC, Conference Proceedings (Part 2)", Society of Plastics Engineers, 1994 - Brookfield, CT, USA - page 2329, 2331.

5 Pour répondre à ces problèmes, des solutions alternatives ont été proposées. Dans le brevet WO 96 11061 on décrit un système de charge qui n'est pas à effet couronne mais par induction. Cependant cette technique ne reste applicable qu'à des poudres de faible résistivité.

Dans la publication " Triboelectrification of polymer powders in a fluidised Bed", Power Engineering ; Journal of the Academy of Science of the USSR Vol 10 19, n° 6 page 75-83, on décrit un système de charge triboélectrique mais cependant assisté par des électrodes reliées à une haute tension.

Enfin, dans la publication " Charge of powdered paint according to a triboelectric mechanism during its fluidisation ", Journal Lakokras, Mater. IKH Primen (1979), (4), 30-2, il est décrit la charge triboélectrique dans un lit fluidisé 15 classique sur les parois de la cuve. Cependant, elle révèle les limitations de la charge électrique dans le temps à cause du recouvrement des parois dès les premiers instants de la fluidisation par des particules de poudre.

[brève description de l'invention]

20

Le procédé de l'invention utilise un dispositif tribochargeur autre que les parois de la cuve et n'utilise pas d'électrodes reliées à une source d'énergie électrique.

Ainsi la présente invention est un procédé de recouvrement d'un objet 25 par un film provenant de la fusion d'une mince couche de poudre dans lequel :

- (a) on dispose d'un lit de poudre fluidisée électrostatique dans une cuve, cette poudre étant chargée essentiellement par un dispositif tribochargeur, autre que les parois de la cuve, situé dans la cuve et / ou à l'extérieur de la cuve,
- 30 (b) on trempe dans la cuve l'objet relié à un potentiel zéro ou suffisant pour le recouvrir de poudre,

(c) on place ensuite l'objet recouvert de la poudre dans un four à une température suffisante jusqu'à obtenir le film de revêtement par fusion de la poudre.

Il s'agit d'un lit fluidisé électrostatique tribochargé essentiellement à l'aide  
5 d'un dispositif autre que les parois de la cuve. La poudre est tribochargée, on crée ainsi une forte densité volumique de charge à l'intérieur du lit fluidisé. La poudre est chargée et fluidisée. Si on plonge dans le lit chargé un objet à recouvrir relié à un potentiel zéro ou suffisant, on va se trouver en présence d'un champ électrique créé par le volume de poudre chargé. Ceci va contribuer  
10 à une bonne électrodéposition sur l'objet à la terre. L'objet peut être à une polarisation positive ou négative ou zéro. Avantageusement le dispositif tribochargeur est un nid d'abeilles.

Dans cette invention, la poudre est tribochargée, c'est-à-dire chargée par contact ou frottement. Le frottement est assuré par l'air ou le gaz de fluidisation  
15 qui entraîne les particules de poudre et permet à celles-ci de venir en contact avec les systèmes tribochargeurs qui seront décrits par la suite. Le système de charge décrit dans la présente demande est autonome et ne nécessite pas d'apport énergétique autre que le gaz assurant la mise en fluidisation de la poudre.

20 La présente invention concerne aussi l'appareillage pour la mise en œuvre du procédé.

[description détaillée de l'invention]

25 Les objets qu'on peut revêtir peuvent être de toute sorte pourvu qu'ils puissent être plongés dans la cuve de fluidisation et résister à la température du four. A titre d'exemple on peut citer les métaux tels que l'aluminium, les alliages d'aluminium, l'acier et ses alliages. L'invention est particulièrement utile pour les paniers métalliques de lave vaisselle.

30 Quant aux poudres elles sont constituées d'une substance qui par chauffage va former un film de protection de l'objet. A titre d'exemple on peut citer les polyamides, les polyoléfinés, les époxy et les polyesters.

On entend par polyamide les produits de condensation :

- d'un ou plusieurs aminoacides, tels les acides aminocaproïques, amino-7-heptanoïque, amino-11-undécanoïque et amino-12-dodécanoïque d'un ou plusieurs lactames tels que caprolactame, oenantholactame et lauryllactame ;
  - d'un ou plusieurs sels ou mélanges de diamines telles l'hexaméthylène-diamine, la dodécaméthylènediamine, la métaxylyènediamine, le bis-p aminocyclohexylméthane et la triméthylhexaméthylène diamine avec des diacides tels que les acides isophtalique, téréphtalique, adipique, azélaïque, subérique, sébacique et dodécanedicarboxylique ;
- ou des mélanges de tous ces monomères ce qui conduit à des copolyamides.

On entend par polyoléfines des polymères comprenant des motifs oléfines tels que par exemple des motifs éthylène, propylène, butène-1, etc...

A titre d'exemple, on peut citer :

- le polyéthylène, le polypropylène, les copolymères de l'éthylène avec des alphaoléfines. Ces produits pouvant être greffés par des anhydrides d'acides carboxyliques insaturés tels que l'anhydride maléique ou des époxydes insaturés tels que le méthacrylate de glycidyle.
- les copolymères de l'éthylène avec au moins un produit choisi parmi (i) les acides carboxyliques insaturés, leurs sels, leurs esters, (ii) les esters vinyliques d'acides carboxyliques saturés, (iii) les acides dicarboxyliques insaturés, leurs sels, leurs esters, leurs hemiesters, leurs anhydrides (iv) les époxydes insaturés. Ces copolymères de l'éthylène pouvant être greffés par des anhydrides d'acides dicarboxyliques insaturés ou des époxydes insaturés.

Des substances particulièrement préférées sont le polyamide 11 et le polyamide 12. La taille de la poudre est avantageusement comprise entre 0,01mm et 1mm.

On entend par "mince couche de poudre" une épaisseur jusqu'à 2 mm et avantageusement comprise entre 0,1 et 0,6 mm.

Le lit fluidisé est dimensionné de façon à immerger totalement la pièce à recouvrir. Sa forme importe peu du moment qu'il contient le volume de poudre

nécessaire, que la pièce à recouvrir peut être totalement immergée et que la fluidisation est correcte.

Afin de choisir un matériau qui va tribocharger correctement la poudre, on peut faire un premier choix en comparant les fonctions de travail de la  
5 poudre et du matériau envisagé. Ceci peut être fait en regardant les valeurs des fonctions de travail en électronvolts des deux espèces concernées et leurs positions respectives dans une série triboélectrique. Plus la différence :  $|F_t \text{ poudre} - F_t \text{ matériau}|$  est grande plus la poudre va se charger facilement. Il est recommandé que cette valeur soit supérieure à 0.5 eV en valeur absolue. "Ft"  
10 désigne la fonction de travail, ces valeurs sont lues dans des tables de series triboelectrique telles que par exemple ELECTROSTATICS de J.A. CROSS, IOP Publishing, 1987. Des valeurs inférieures peuvent être considérées, tout en sachant bien qu'en conséquence la tribocharge sera moins bonne et donc le recouvrement moins efficace.

15 Toutefois ces valeurs ne sont que théoriques et le fait qu'une bonne tribocharge est obtenue entre le matériau et la poudre peut être vérifiée par l'expérience décrite par I.I. Inculet et al dans le brevet US 5,289,922 et qui consiste à tribocharger la poudre dans un cylindre constitué du matériau tribochargeur en rotation puis à mesurer la charge obtenue. Avec ce type de  
20 test, si le rapport Q/m (charge massique) obtenu pour la poudre est supérieur en valeur absolue à  $0.5 \cdot 10^{(-6)} \text{ C/kg}$  alors la charge volumique que l'on obtiendra dans un lit plus grand que l'objet à revêtir sera suffisante. On peut toujours essayer des matériaux donnant des valeurs plus faibles tout en sachant bien que le recouvrement en sera affecté. A titre d'exemples de  
25 matériaux tribochargeurs on peut citer le PVC, le PTFE et l'acier inoxydable.

La poudre est chargée par triboélectrification, c'est-à-dire par frottement ou contact avec un bon matériau tribochargeur. Le matériau tribochargeur est choisi suivant les critères précédemment définis. Plusieurs solutions de tribocharge peuvent être envisagées :

- 30 - Frottement grâce à une circulation de la poudre extérieure au lit, dans un dispositif en matériau adéquat, bon tribochargeur de la poudre. La poudre est soutirée puis réinjectée dans le lit une fois chargée.



- Frottement sur des billes ou des granules de matériau adéquat, bon tribochargeur de la poudre, qui sont présents dans le lit. Leur surface de contact avec la poudre est très grande. Pour assurer un contact plus intime il est préférable d'adapter leur densité. On peut utiliser conjointement un autre
- 5 type de billes, conductrices ou semi-conductrices pour dissiper la charge de polarité contraire qui s'accumule sur les billes isolantes en matériau tribochargeur.
- Frottement sur un dispositif en "nid d'abeille" situé dans la cuve, ce dispositif est décrit en détails plus loin dans ce texte.
- 10 On ne sortirait pas du cadre de l'invention en disposant aussi un matériau tribochargeur sur les parois de la cuve, ce n'est qu'un complément au dispositif tribochargeur principal.
- On peut augmenter la surface de contact entre la poudre et le matériau tribochargeur. Par exemple on peut ainsi modifier en jouant sur la rugosité de la
- 15 surface ou en collant des tubes ou des demi tubes sur les parois. On peut aussi ajouter un système de chicanes vibrantes au fond du lit ou un système composé de tout autre objet présent dans le lit, ne perturbant pas la fluidisation et assurant une bonne tribocharge.
- Il est important de mentionner que l'on peut combiner plusieurs des
- 20 techniques décrites précédemment. On peut aussi combiner plusieurs matériaux.
- Avantageusement on utilise un "nid d'abeille" (voir figures 1 et 2). Il s'agit d'une structure composée d'éléments géométriques dont la section peut aller de tout type de polygone (les éléments sont alors des prismes) jusqu'au
- 25 cercle (les éléments sont alors des tubes). Ces éléments sont creux, présentent une épaisseur de préférence comprise entre 1 et 10 mm ; leur longueur est par exemple comprise entre 15 et 25 cm. Ces tubes sont accolés les uns aux autres de façon à constituer un ensemble solide et homogène. Les interstices entre tubes sont bouchés par un moyen quelconque comme des feuilles
- 30 d'aluminium. Bien que tout type de section polygonale puisse être envisagé, la structure cylindrique est préférentielle. Une géométrie cylindrique est préférée de manière à permettre une fluidisation homogène. Des effets de bord seront

limités par une longueur adaptée des tubes constitutifs du nid d'abeille c'est à dire que ces tubes sont avantageusement supérieurs à 15 cm de longueur.

L'extérieur des tubes est avantageusement recouvert d'une peinture métallique ou de toute autre matière conductrice et relié à un potentiel zéro ou  
5 suffisant pour éliminer les charges. L'avantage de cette solution est qu'elle va permettre une tribocharge de la poudre continue dans le temps. En effet, par frottement sur le matériau, la poudre acquiert une charge donnée, le matériau se charge avec la polarité opposée. Toutefois, pour avoir un phénomène de charge continu, il faut évacuer les charges de polarité opposée à celle de la  
10 poudre et qui s'accumulent sur les parois internes des tubes. Ces charges vont en fait être évacuées vers l'extérieur conducteur du tube et avantageusement vers la terre. Ceci permet une disponibilité permanente de la surface tribochargeante.

Pour accroître l'efficacité du nid d'abeille, il est fortement conseillé de  
15 percer un grand nombre de petits trous perpendiculaires au tube afin de multiplier les chemins d'évacuation des charges de l'intérieur vers la surface extérieure conductrice. Ces petits trous peuvent être de diamètre entre 0,05 et 2 mm.

Une autre solution consiste à inclure dans l'épaisseur du matériau  
20 constitutif du tube tribochargeur des éléments conducteurs reliés électriquement à la peinture métallique ou à la matière conductrice elle-même reliée électriquement à une terre.

Ce " nid d'abeille " est disposé au fond du lit (voir figure 3). Il faut laisser suffisamment de place en haut du lit pour immerger l'objet et disposer autour  
25 du dit objet d'une densité volumique de charge suffisante pour assurer l'électrodéposition.

Le « nid d'abeille » est placé le plus bas possible dans le lit, de façon à optimiser le contact dans les tubes sans toutefois perturber la fluidisation. Le diamètre des tubes est choisi le plus faible possible afin d'accroître la surface  
30 de contact, mais il faut quand même s'assurer que les tubes ne vont pas se boucher et sont donc suffisamment larges pour assurer une fluidisation correcte. Plus ces tubes sont longs, meilleure sera la charge électrique générée

sur les particules de poudres, cependant on est limité par l'espace à laisser pour le trempage de l'article. A titre d'exemple on peut utiliser des tubes de diamètre 25 mm et de longueur 150 mm. Ils sont avantageusement en PVC.

Comme on le voit figure 3, l'air ou le gaz de fluidisation choisi est injecté  
5 dans une boîte à vent placée sous le lit. L'air passe ensuite à travers un poreux, ou une grille ou une plaque métallique perforée, dont la perte de charge est choisie de façon à fluidiser correctement la poudre. La vitesse d'air utilisée est comprise entre  $U_{mf}$ , vitesse minimale de fluidisation, et  $U_{mb}$ , vitesse minimale de bullage. Il est déconseillé de se placer bien au-dessus de  $U_{mb}$  car ceci  
10 entraîne un bouillonnement et une projection de fines particules chargées à l'extérieur du lit. Il faut se placer au-dessus de  $U_{mf}$  pour pouvoir sans peine introduire l'objet à recouvrir dans la poudre.

A titre d'exemple la demanderesse a réalisé un nid d'abeille en juxtaposant des tubes de PVC de 2.5 cm de diamètre, d'épaisseur normalisée  
15 et de 15 cm de longueur. Chaque tube est recouvert à l'extérieur d'une couche de peinture conductrice. On place ce nid d'abeille de section équivalente à celle du lit fluidisé que l'on emploie pour le recouvrement. Ce lit est de dimension égales à 40 par 40 cm et 60 cm de haut. Le "nid d'abeille" est positionné à une distance de 5 cm au-dessus du distributeur d'air de fluidisation.

20 Un calcul permet de s'assurer que l'on va disposer et apporter au lit, grâce au système envisagé, suffisamment de charges électriques pour permettre un recouvrement d'objets à une cadence industrielle.

Exemple : production de paniers de lave-vaisselle recouverts avec du polyamide 11 de granulométrie 200  $\mu\text{m}$  vendu sous la marque RILSAN® par la  
25 demanderesse. Un ampèremètre est placé entre le « nid d'abeille » et la terre, la mesure du courant permet de connaître la quantité de charge générée dans le lit ; on ne tient pas compte ici de la tribocharge sur les parois du lit ou sur toute autre surface que le " nid d'abeille ". La masse de poudre déposée sur un panier de lave vaisselle classique est de : 130 g. La charge acquise par  
30 triboélectrification dans ce lit est de  $0.5 \cdot 10^{-6}$  C/kg. Chaque panier recouvert requiert donc une charge de  $0.065 \cdot 10^{-6}$  C. Une ligne de production industrielle de panier de lave vaisselle fabrique 1 panier ou multiple de 1 panier toutes les

10 secondes. Ce multiple dépend de la configuration de la ligne et de la taille de la cuve de fluidisation. A raison de 1 panier toutes les 10 secondes, on prélève  $0.065 \cdot 10^{-6}$  C, soit un courant en continu de  $6.5 \cdot 10^{-9}$  Ampère. Il faut donc que le courant fourni soit identique ou supérieur, préférablement. On a  
5 mesuré dans notre exemple un maximum de  $10 \cdot 10^{-9}$  Ampère.  
Selon une forme particulière de l'invention on opère à basse température. La cinétique de décharge étant minimisée à basse température, on entoure le lit précédemment décrit par une enveloppe contenant un fluide froid ou tout moyen de refroidir le lit. Au sens de la présente invention "basse température"  
10 veut dire inférieure à  $20^{\circ}\text{C}$ .

On peut aussi utiliser de l'air ou gaz de fluidisation froid, c'est à dire inférieur à  $20^{\circ}\text{C}$ . Selon une autre forme de l'invention on peut pulser l'air ou le gaz de fluidisation. En effet, si la vitesse d'air est forte, le frottement poudre matériau est accru, ce qui augmente la quantité de charge fournie au lit. Par  
15 contre, lorsqu'un objet est immergé, on a besoin pour assurer une électrodéposition maximale de la plus forte densité de charge volumique, ce qui implique une faible vitesse de fluidisation, conservant toutefois l'état fluidisé. Un lit peut être fluidisé à une vitesse inférieure à  $U_{mf}$  en y ajoutant une vibration. On peut donc créer un état agité puis calme lors de l'immersion et ainsi de  
20 suite.

Selon une autre forme de l'invention on utilise un mécanisme vibrant pour dégager les particules de poudre qui restent fixées sur les surfaces tribochargeantes.

Selon une autre forme de l'invention on favorise la charge électrique  
25 créée au sein du lit par le matériau tribochargeur consiste en diminuant l'humidité de l'air de fluidisation. Ceci constitue un moyen simple et efficace pour améliorer l'électrodéposition. Cette réduction d'humidité est réalisée par un secheur d'air ou par compression.

La figure 4 représente une installation industrielle selon la présente  
30 invention.

Selon une autre forme de l'invention un pré traitement de surface est effectué sur l'objet avant qu'il soit amené dans le lit. Il s'agit des pré traitements

- classiques utilisés dans l'industrie du revêtement plastique : phosphatage, dégraissage, grenaillage, application de primaire liquide ou poudre, etc... Cette liste n'est pas exhaustive. Les objets à recouvrir sont amenés par un convoyeur mis à la terre. La poudre est alors chargée dans le lit tribochargé décrit
- 5 précédemment. Lors du trempage, l'électrodéposition se fait. Suivant le niveau de charge du lit, il est important d'agiter plus ou moins la pièce de façon soutenue. Cette agitation peut être créée par de petits marteaux présents sur le convoyeur ou tout autre système. Un système de tacquage permet d'éliminer le surplus de poudre à la sortie de l'objet du lit fluidisé.
- 10 Grâce à ce système et à ce procédé, on peut aussi recouvrir de poudre des objets non métalliques comme le bois ou le plastique.
- Pour les poudres de recouvrement qui nécessitent un primaire il peut être appliqué au préalable sur l'objet avant de le tremper dans la cuve de poudre fluidisée, ce peut être un primaire liquide ou solide.
- 15 Dans le cas d'un primaire solide, il peut être appliqué par poudrage électrostatique, pistolet Corona, tribo ou les deux. On peut aussi appliquer le primaire grâce à un lit tribochargé. Les particules de primaire sont de très petite taille, le primaire ne peut donc pas être fluidisé seul. Mais si on mélange dans un premier lit le primaire avec la poudre dont on veut faire un recouvrement, on
- 20 utilise une teneur en primaire d'au moins 1 % poids (par rapport au poids de poudre), et de préférence 5 à 10 % en poids, alors la fluidisation des petites particules de primaires est assurée par les grosses particules de poudre de fluidisation. Ce premier lit tribochargé est du même type que ceux décrits précédemment. La charge acquise par une particule est plus ou moins
- 25 inversement proportionnelle à son rayon. Les petites particules de primaire plus chargées vont assurer l'essentiel de l'électrodéposition. On a ainsi revêtu l'objet d'un primaire solide. On revêt ensuite l'objet d'une seconde couche dans un lit tribochargé contenant de la poudre de revêtement seule. Lors des opérations avec primaire, on peut, si on le désire, effectuer une première cuisson de ce
- 30 primaire, on peut aussi éviter cette cuisson intermédiaire et effectuer le deuxième recouvrement puis réaliser une cuisson globale.

Une fois l'objet recouvert dans le lit, il est amené dans un four (voir figure 4) où une cuisson est assurée. Suivant la géométrie de l'objet, les propriétés de la poudre et la cadence de production souhaitée, on peut utiliser un four à convection, à infrarouge ou à induction.

- 5 Le procédé de la présente invention est particulièrement utile pour les poudres de polyamide, de plus il présente une excellente sécurité. Des tests d'explosivité ont été réalisés avec ce lit tribochargé. Pour un lit tribochargé de polyamide, de hauts potentiels ( 30 kV) ont été appliqués ainsi que de hautes énergies (1 Joule) ont été déchargées dans le lit alors que l'énergie d'ignition
- 10 de la poudre n'est que de quelques millijoules. Le claquage de l'air a été observé dans le lit, avec apparition d'étincelles. Aucune explosion n'a pu être provoquée.

Les figures 1 à 4 représentent le système de recouvrement dans lequel les éléments clés sont numérotés de 1 à 15.

- 15 La légende pour ces chiffres est donnée ci-dessous :
- 1 Revêtement métallique (peut être éventuellement mélangé à de la colle).
  - 2 Tubes, constitués d'un matériau tribochargeur.
  - 3 Papier aluminium.
  - 4 Structure en nid d'abeille.
  - 20 5 Particules de poudre.
  - 6 Lit fluidisé, constitué d'un matériau adéquat.
  - 7 Boîte à vent, le matériau est peu important.
  - 8 Dalle poreuse.
  - 9 Objet à recouvrir.
  - 25 10 Convoyeur.
  - 11 Pré-traitement des objets à recouvrir (à définir pour optimiser la qualité du recouvrement).
  - 12 Four pour traitement thermique afin de filmifier le recouvrement.
  - 13 Arrivée d'air.
  - 30 14 Pied isolant, plaçant le lit au-dessus du sol.
  - 15 Ampèremètre relié au nid d'abeille.

La figure 1 montre une vue en perspective de 4, la structure en « nid d'abeille ».

La figure 2 montre une vue de dessus de cette structure en « nid d'abeille ».

La figure 3 détaille le lit fluidisé dans lequel la poudre est fluidisée et  
5 tribochargée.

La figure 4 est une vue générale du système de recouvrement qui réalise un revêtement selon la présente invention.

Les figures 1 et 2 détaillent la structure en « nid d'abeille ». Cette structure 4 est constituée de tubes de matériau adéquat tribochargeur. La  
10 surface extérieure et les extrémités des tubes 2 sont métallisés ou couverts d'une couche conductrice 1. 1 est porté à la terre comme on peut le voir figures 3 et 4. Les tubes 2 sont collés les uns aux autres grâce à la peinture métallique 1 ou par un peu de colle. Les interstices entre les tubes 2 sont bouchés par du papier aluminium 3.

15 La figure 3 représente un lit fluidisé 6, construit en matériau adéquat, supporté et isolé du sol par le pied 14. De l'air comprimé refroidi ou non et/ou asséché ou non ou tout autre gaz de fluidisation est introduit dans la boîte à vent 7 par un conduit 13. L'air passe ensuite à travers la dalle poreuse 8 qui est montée horizontalement à même le lit et placée entre le lit 6 et la boîte à vent 7  
20 qui sont eux vissés. A une certaine distance au-dessus de la dalle poreuse 8, est disposée horizontalement la structure en nid d'abeille 4. Cette structure en nid d'abeille est celle qui va assurer principalement la tribocharge de la poudre 5 dans le lit fluidisé 6. La structure en nid d'abeille 4 est mise à la terre. L'ampèremètre 15 contrôle le niveau de charge.

25 Sur la figure 4, on voit que les objets à recouvrir 9, mis à la terre via le convoyeur 10, sortent de la zone de pré-traitement 11, où un pré-traitement adéquat est réalisé, avant d'être amenés vers le lit fluidisé 6 par le convoyeur 10. Le convoyeur 10 amène les objets 9 dans le lit fluidisé tribochargé 6, on peut aussi amener le lit 6 aux objets 9. Les objets 9 entrent donc entièrement  
30 dans le lit fluidisé et tribochargé, une électrodéposition de poudre 5 se produit alors avec une quantité suffisante pour assurer un bon recouvrement. Le convoyeur 10 continue son mouvement et les objets 9 sont sortis du lit 6 et

amenés dans le four 12 dans lequel la poudre filmifie et forme le revêtement désiré.

Les termes et expressions qui sont employés ici son purement descriptifs et ne constituent pas de limitations. Il n'y a aucune intention dans  
5 l'utilisation de ces termes d'exclure tout équivalent du matériel décrit et il est donc reconnu que des modifications sont possibles tout en restant dans le cadre de l'invention.



### REVENDEICATIONS

1 Procédé de recouvrement d'un objet par un film provenant de la fusion d'une mince couche de poudre dans lequel :

5 (a) on dispose d'un lit de poudre fluidisée électrostatique dans une cuve, cette poudre étant chargée essentiellement par un dispositif tribochargeur, autre que les parois de la cuve, situé dans la cuve et / ou à l'extérieur de la cuve,

(b) on trempe dans la cuve l'objet relié à un potentiel zéro ou suffisant pour le recouvrir de poudre,

10 (c) on place ensuite l'objet recouvert de la poudre dans un four à une température suffisante jusqu'à obtenir le film de revêtement par fusion de la poudre.

2 Procédé selon la revendication 1 dans lequel la poudre est en polyamide 11 ou en polyamide 12.

15 3 Procédé selon la revendication 1 ou 2 dans lequel le dispositif tribochargeur est constitué de billes ou de granulés en matériau tribochargeur disposés dans le lit fluidisé.

4 Procédé selon la revendication 3 dans lequel le lit fluidisé contient aussi des billes ou des granulés en matériau conducteur ou semi conducteur.

20 5 Procédé selon la revendication 1 ou 2 dans lequel le dispositif tribochargeur est un nid d'abeille situé dans la partie basse de la cuve et qu'il est constitué de prismes ou de tubes verticaux ouverts aux deux extrémités.

6 Procédé selon la revendication 5 dans lequel les tubes du nid d'abeilles sont recouverts à l'extérieur d'une peinture métallique ou d'une  
25 matière conductrice.

7 Procédé selon la revendication 6 dans lequel la paroi des tubes du nid d'abeille est percée de petits trous.

8 Procédé selon la revendication 6 dans lequel la paroi des tubes contient d'éléments conducteurs.

30 9 Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel l'objet à revêtir est préalablement recouvert d'un primaire en

poudre, puis il est éventuellement passé dans un four pour cuire le primaire, puis il est immergé dans la cuve pour être recouvert de la poudre.

10 Procédé selon la revendication 9 dans lequel le revêtement par le  
primaire en poudre est effectué dans un lit de poudre fluidisée électrostatique  
5 constituée de la poudre du procédé de la revendication 1 et contenant au  
moins 1 % et de préférence 5 à 10 % en poids de primaire.

11 Procédé selon la revendication 9 ou 10 dans lequel le revêtement  
préalable de primaire est effectué dans un lit de poudre fluidisée  
électrostatique, cette poudre étant chargée par un dispositif tribochargeur.

10 12 Appareillage pour la mise en œuvre du procédé de l'une  
quelconque des revendications 5 à 9 comprenant une cuve de fluidisation de  
poudre et un nid d'abeille disposé dans la partie basse à l'intérieur de la cuve,  
les prismes ou les tubes constituant le nid d'abeille étant disposés  
verticalement.

PLANCHE 1 / 4

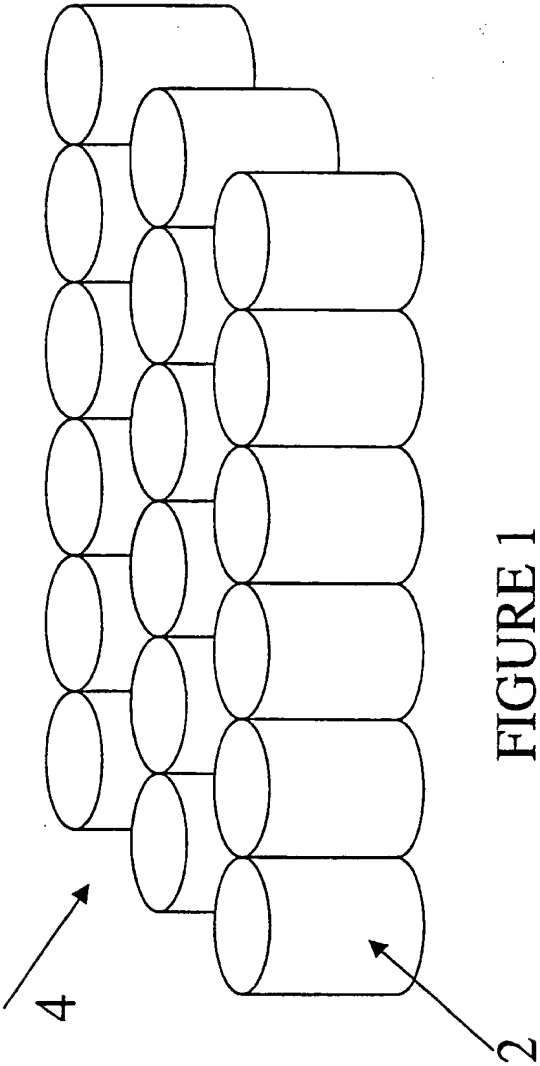


FIGURE 1

PLANCHE 2 / 4

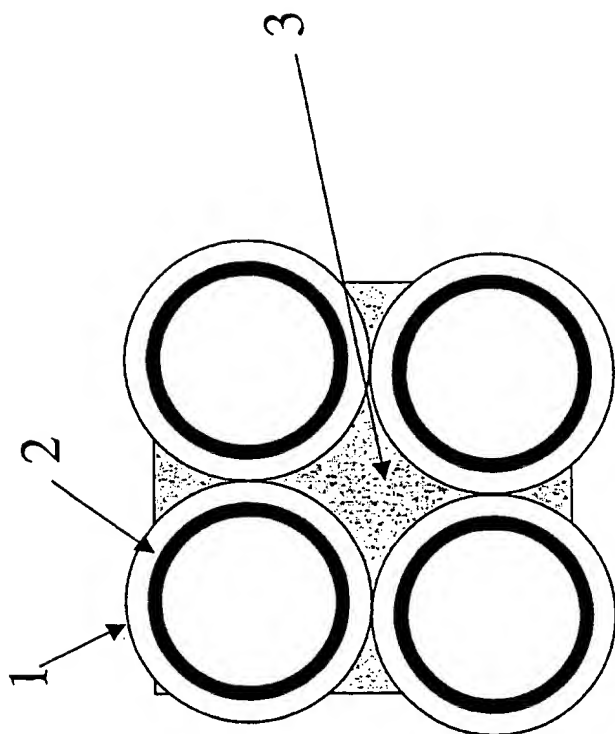


FIGURE 2

PLANCHE 3 / 4

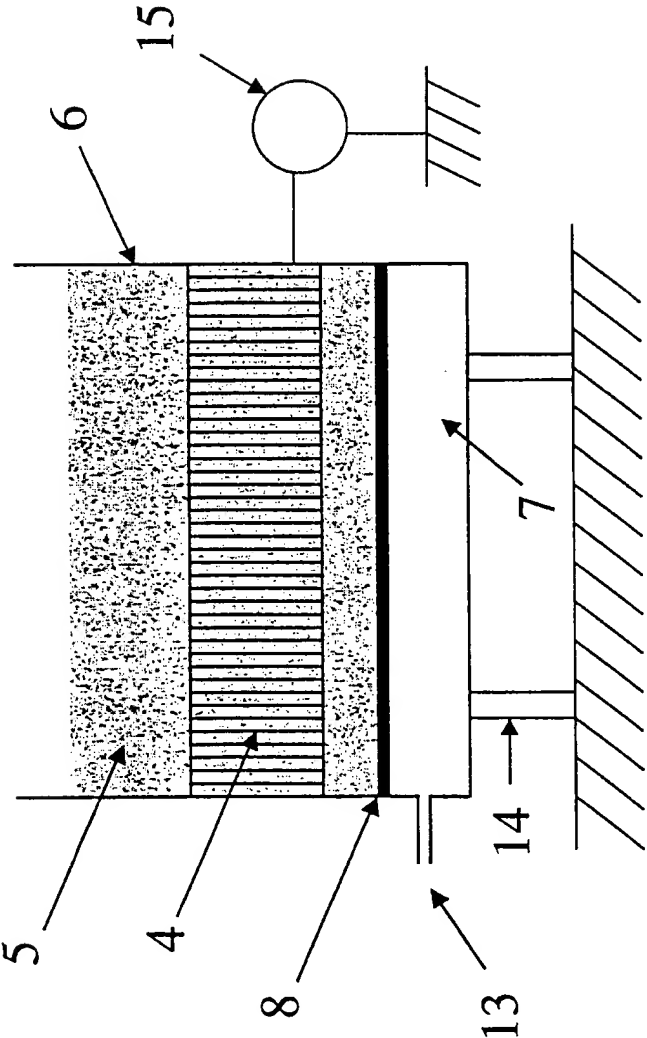
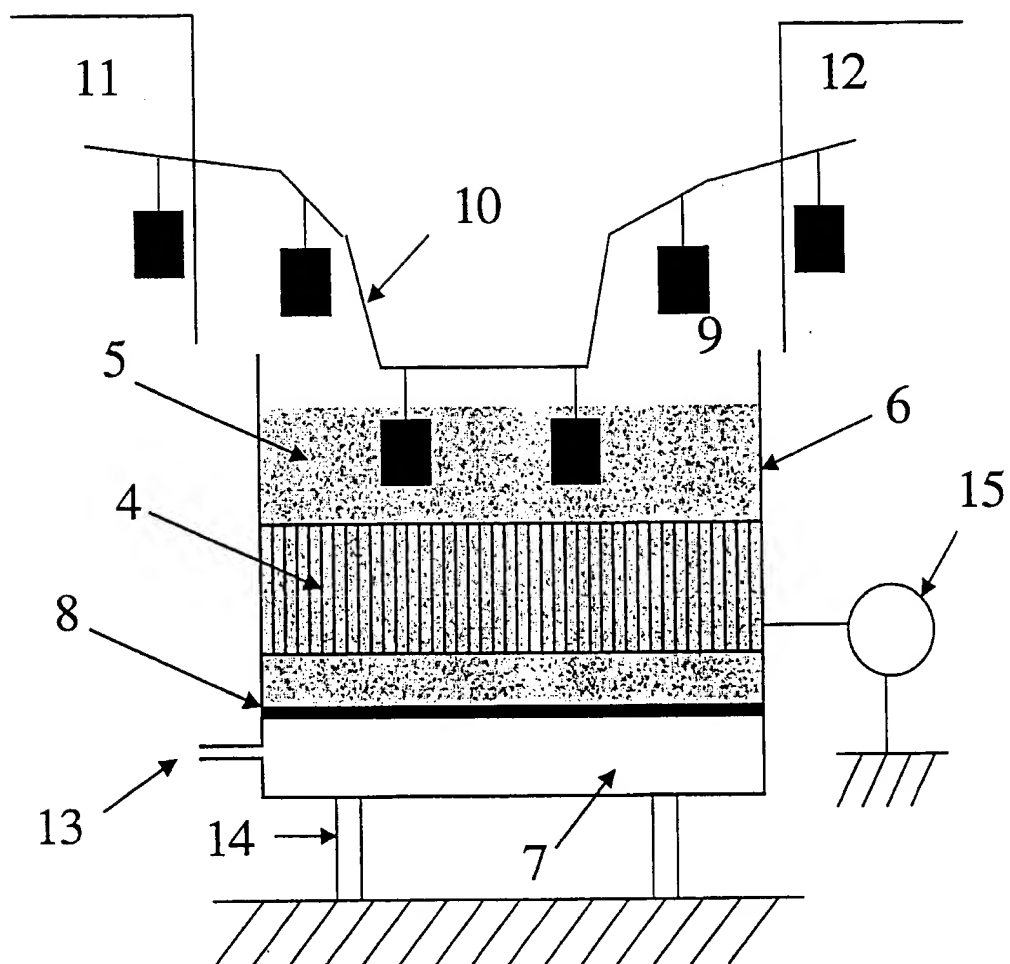


FIGURE 3

**FIGURE 4**

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 00/01580

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B05D1/24 B05C19/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B05D B05C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EP0-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 196 31 241 A (DRESLER PETER DR ING) 6 November 1997 (1997-11-06)	1,5,12
Y	the whole document	2,9
Y	EP 0 367 653 A (ATOCHEM ELF SA) 9 May 1990 (1990-05-09) the whole document	2,9
A	DE 195 29 060 A (KEMPER JUERGEN) 13 February 1997 (1997-02-13) the whole document	1
	-/--	



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 July 2000

Date of mailing of the international search report

31/07/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Brothier, J-A

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internat. Application No.  
PCT/FR 00/01580

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	R. FELDMANN: "Kunststoffpulver schonen Umwelt und material" TECHNISCHE RUNDSCHAU., vol. 77, no. 4, January 1985 (1985-01), pages 22-25, XP002134205 HALLWAG VERLAG. BERN., CH ISSN: 1023-0823 page 24, left-hand column, line 43 -page 25, left-hand column, line 36 -----	1
A	FR 1 338 913 A (SAMES) 8 January 1964 (1964-01-08) the whole document -----	1
A	FR 2 514 670 A (NORTHERN TELECOM LTD) 22 April 1983 (1983-04-22) the whole document -----	1
A	GB 2 068 783 A (ELECTROSTATIC EQUIP CORP) 19 August 1981 (1981-08-19) claims; figure 5 -----	1



# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demar. internationale No

PCT/FR 00/01580

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 19631241 A	06-11-1997	DE 19702800 A	23-07-1998
EP 0367653 A	09-05-1990	FR 2638466 A	04-05-1990
		AT 89496 T	15-06-1993
		AU 628877 B	24-09-1992
		AU 4397989 A	10-05-1990
		CA 2002109 A	03-05-1990
		DE 68906643 D	24-06-1993
		DE 68906643 T	07-10-1993
		DK 546089 A	04-05-1990
		ES 2055133 T	16-08-1994
		FI 100661 B	30-01-1998
		IE 63336 B	19-04-1995
		JP 2046975 C	25-04-1996
		JP 2258084 A	18-10-1990
		JP 7055306 B	14-06-1995
		NO 894344 A	04-05-1990
		PT 92182 A	31-05-1990
		US 5891515 A	06-04-1999
DE 19529060 A	13-02-1997	AUCUN	
FR 1338913 A	08-01-1964	BE 633379 A	
		CH 397481 A	
		FR 83092 A	
		FR 1338453 A	03-01-1964
		FR 1360556 A	20-08-1964
		GB 1012364 A	
		GB 1046613 A	
		NL 293990 A	
		US 3248253 A	26-04-1966
FR 2514670 A	22-04-1983	CA 1156452 A	08-11-1983
		DE 3237830 A	28-04-1983
GB 2068783 A	19-08-1981	US 4297386 A	27-10-1981
		US 4330567 A	18-05-1982
		US 4332835 A	01-06-1982
		AU 546198 B	22-08-1985
		AU 6656681 A	30-07-1981
		CA 1158107 A	06-12-1983
		DE 3101488 A	19-11-1981
		FR 2473905 A	24-07-1981
		GB 2070465 A	09-09-1981
		JP 56141874 A	05-11-1981

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale No

PCT/FR 00/01580

## A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

CIB 7 B05D1/24 B05C19/02

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

## B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 B05D B05C

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	DE 196 31 241 A (DRESLER PETER DR ING) 6 novembre 1997 (1997-11-06)	1,5,12
Y	le document en entier ---	2,9
Y	EP 0 367 653 A (ATOCHEM ELF SA) 9 mai 1990 (1990-05-09) le document en entier ---	2,9
A	DE 195 29 060 A (KEMPER JUERGEN) 13 février 1997 (1997-02-13) le document en entier ---	1
	--- -/--	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

24 juillet 2000

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

31/07/2000

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Brothier, J-A

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demar internationale No  
PCT/FR 00/01580

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	R. FELDMANN: "Kunststoffpulver schonen Umwelt und material" TECHNISCHE RUNDSCHAU., vol. 77, no. 4, janvier 1985 (1985-01), pages 22-25, XP002134205 HALLWAG VERLAG. BERN., CH ISSN: 1023-0823 page 24, colonne de gauche, ligne 43 -page 25, colonne de gauche, ligne 36 ----	1
A	FR 1 338 913 A (SAMES) 8 janvier 1964 (1964-01-08) le document en entier ----	1
A	FR 2 514 670 A (NORTHERN TELECOM LTD) 22 avril 1983 (1983-04-22) le document en entier ----	1
A	GB 2 068 783 A (ELECTROSTATIC EQUIP CORP) 19 août 1981 (1981-08-19) revendications; figure 5 -----	1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Internal Application No

PCT/FR 00/01580

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19631241 A	06-11-1997	DE 19702800 A	23-07-1998
EP 0367653 A	09-05-1990	FR 2638466 A	04-05-1990
		AT 89496 T	15-06-1993
		AU 628877 B	24-09-1992
		AU 4397989 A	10-05-1990
		CA 2002109 A	03-05-1990
		DE 68906643 D	24-06-1993
		DE 68906643 T	07-10-1993
		DK 546089 A	04-05-1990
		ES 2055133 T	16-08-1994
		FI 100661 B	30-01-1998
		IE 63336 B	19-04-1995
		JP 2046975 C	25-04-1996
		JP 2258084 A	18-10-1990
		JP 7055306 B	14-06-1995
		NO 894344 A	04-05-1990
		PT 92182 A	31-05-1990
		US 5891515 A	06-04-1999
DE 19529060 A	13-02-1997	NONE	
FR 1338913 A	08-01-1964	BE 633379 A	
		CH 397481 A	
		FR 83092 A	
		FR 1338453 A	03-01-1964
		FR 1360556 A	20-08-1964
		GB 1012364 A	
		GB 1046613 A	
		NL 293990 A	
		US 3248253 A	26-04-1966
FR 2514670 A	22-04-1983	CA 1156452 A	08-11-1983
		DE 3237830 A	28-04-1983
GB 2068783 A	19-08-1981	US 4297386 A	27-10-1981
		US 4330567 A	18-05-1982
		US 4332835 A	01-06-1982
		AU 546198 B	22-08-1985
		AU 6656681 A	30-07-1981
		CA 1158107 A	06-12-1983
		DE 3101488 A	19-11-1981
		FR 2473905 A	24-07-1981
		GB 2070465 A	09-09-1981
		JP 56141874 A	05-11-1981